

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : 2 699 326  
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)  
(21) N° d'enregistrement national : 92 14974  
(51) Int Cl<sup>6</sup> : H 01 J 35/06, 1/22

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 11.12.92.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 17.06.94 Bulletin 94/24.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société anonyme dite GENERAL ELECTRIC CGR — FR.

(72) Inventeur(s) : Guérin Christine, Blin Philippe et Coquoz Olivier.

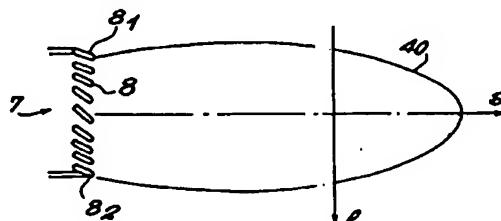
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Ballot-Schmit.

(54) Emetteur électronique d'un tube à rayons X.

(57) L'invention concerne un émetteur électronique pour tube à rayons X, constitué d'un filament (7) en Tungstène, de section circulaire, logé dans une pièce métallique de concentration, bobiné en spires (8) selon un pas variable, plus petit aux deux extrémités (8<sup>1</sup> et 8<sup>2</sup>) que dans sa partie centrale.

Applications aux tubes à double foyer.



FR 2 699 326 - A1



EMETTEUR ELECTRONIQUE  
D'UN TUBE A RAYONS X

L'invention concerne l'émetteur électronique - ou cathode - d'un tube à rayons X destiné à fonctionner avec deux foyers d'émission du rayonnement. Un tel tube sera utilisé de façon particulièrement intéressante, en 5 radiologie scanner par exemple.

Actuellement, un tube à rayons X comporte essentiellement deux électrodes, une anode et une cathode, enfermées dans une enceinte sous vide et fixées respectivement aux deux extrémités de celle-ci. La 10 cathode doit émettre un faisceau d'électrons qui vient bombarder l'anode. Cette anode généralement constituée d'un disque en graphite, est recouverte d'une couche de matériau à numéro atomique élevé, tel que du Tungstène, fortement émissif en rayons X. Le tube radiogène étant 15 en fonctionnement, l'anode est portée à un potentiel fortement positif - quelques dizaines de kilovolts - par rapport à la cathode, de sorte que les électrons émis par la cathode sont accélérés vers l'anode par le champ électrique créé entre les deux électrodes et frappent 20 l'anode sur une petite surface d'impact, appelée foyer de rayonnement X.

Quant à la cathode, elle est réalisée par un émetteur thermoélectrique, tel qu'un filament de Tungstène chauffé. Ce filament de section circulaire, est 25 généralement bobiné suivant un pas constant puis logé dans une pièce métallique, dite de concentration, jouant le rôle d'une lentille électronique focalisant le faisceau d'électrons émis sur le foyer de l'anode.

Dans l'application particulière des tubes à rayons X 30 pour le diagnostic médical, la qualité de l'image doit

être excellente, notamment en ce qui concerne la finesse d'analyse et le contraste. Or la finesse d'analyse est directement liée aux dimensions du foyer de l'anode; donc plus le foyer sera petit, se rapprochant du foyer

5 ponctuel idéal, meilleure sera la finesse. De plus, le contraste de l'image dépend de la répartition énergétique du foyer, qui doit être homogène sur toute la surface du foyer si on veut obtenir un très bon contraste.

10 En plus de ces problèmes de qualité d'image, certaines applications de tubes radiogènes nécessitent une grande quantité de rayonnement X, pendant un temps très court sur un foyer le plus petit possible, sans toutefois dépasser les limites thermiques de l'anode, sous peine

15 de détérioration du tube.

Dans ce cas, il faut trouver un compromis entre la taille du foyer et la puissance du tube afin d'obtenir de bonnes images pendant une durée suffisamment brève. Et ce compromis dépend du type d'examen radiologique à

20 pratiquer, c'est-à-dire de la taille de l'organe à radiographier, du volume du patient, de la durée maximum acceptable pour cet examen, etc... Parfois, avec un même appareil de radiologie, il peut être souhaitable de radiographier rapidement le ou les organes à analyser

25 puis d'approfondir l'examen sur certaines zones plus particulières, ce qui nécessite alors une image plus précise réalisée plus lentement. Pour ce type d'utilisation, on utilise un tube radiogène à deux foyers de rayonnement X, de tailles différentes. Ce

30 petit et ce grand foyers doivent être centrés de façon identique, avec précision, pour que l'alignement foyer-patient-récepteur soit conservé avec les deux foyers. Ces deux foyers sont obtenus sur l'anode à partir de l'émission de deux faisceaux électroniques

issus de deux filaments constituant l'anode, placés côte à côte. Actuellement, on observe une dérive de la position des foyers lorsque le tube fonctionne car, en chauffant, les différents éléments du tube se dilatent 5 et tendent à faire varier la distance entre la cathode et l'anode et cette dérive est justement proportionnelle à la distance d'un filament par rapport à l'axe de symétrie des foyers. Or les tolérances pour un tube "bifocus" varient selon la disposition du système 10 radiogène et sont particulièrement sévères pour les tubes scanners.

La présente invention a pour but de pallier cet inconvénient en proposant une cathode assurant un très bon centrage des deux foyers de l'anode ainsi qu'une 15 répartition homogène de l'énergie des foyers.

Pour assurer cette homogénéité de la densité du rayonnement X, l'invention a pour objet un émetteur électronique pour tube à rayons X, constitué d'un filament en matériau à numéro atomique élevé de section 20 circulaire, logé dans une pièce métallique de concentration, caractérisé en ce que le filament est bobiné en spires selon un pas variable, plus petit aux deux extrémités que dans sa partie centrale.

Selon une autre caractéristique, l'objet de l'invention 25 est un émetteur électronique pour tube à rayons X, constitué d'au moins un filament en matériau à numéro atomique élevé, de section circulaire, bobiné suivant des spires et logé dans une pièce métallique de concentration, caractérisé en ce qu'il comporte de plus 30 deux autres filaments de même matériau placés en ligne, de part et d'autre du premier filament, suivant le plan de symétrie, le filament central comportant des spires plus resserrées à ses extrémités que les spires centrales.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description suivante de deux exemples particuliers de réalisation d'une cathode selon l'invention, illustrée par les dessins ci-annexés dans 5 lesquels :

- les figures 1a et 1b sont des représentations schématiques d'un filament de cathode, selon deux modes de réalisation de l'art antérieur, avec leur diagramme de rayonnement;
- 10 - la figure 2 est une représentation schématique d'un filament de cathode selon l'invention, avec son diagramme de rayonnement;
- la figure 3 est une représentation schématique d'une cathode pour tube bifocal, selon l'art antérieur, avec 15 son diagramme de rayonnement.
- la figure 4 est une représentation schématique d'une cathode pour tube bifocal, selon l'invention, avec son diagramme de rayonnement;

La cathode de la figure 1a est constituée par un 20 filament 1 de Tungstène, par exemple, à section circulaire, bobiné suivant des spires 2 à pas constant. Lorsque le filament est chauffé, il émet un faisceau 3 d'électrons, destiné à bombarder une anode placée en face. La densité de rayonnement  $\delta$  en fonction de la 25 longueur 1 de la cathode représentée sur la partie droite du dessin, a la forme d'une cloche 4, symétrique par rapport à l'axe de symétrie 5 du filament 1. Cela est dû aux deux spires extrêmes  $2_1$  et  $2_2$  qui sont toujours plus froides que les spires centrales, donc qui 30 émettent un nombre d'électrons inférieur à celui émis par les spires centrales.

Actuellement on remédié à cet inconvénient en plaçant comme le montre la figure 1b, des cales 6 métalliques devant les spires  $2_1$  et  $2_2$  extrêmes, par rapport au sens

d'émission du faisceau électronique 3. Le champ électrostatique au voisinage des cales 6 concentre les électrons émis par les spires extrêmes, ce qui améliore l'homogénéité en longueur du foyer de rayonnement. Sur 5 la figure 1b, on constate que la densité de rayonnement  $\delta$  est à peu près constante sur toute la longueur du filament émissif, entre les deux cales.

Comme cela apparaît sur la figure 2, la cathode selon l'invention est constituée d'un filament 7 à numéro 10 atomique élevé, comme du Tungstène, à section circulaire, bobiné suivant des spires 8 à pas variable. Aux deux extrémités 8<sub>1</sub> et 8<sub>2</sub>, le pas des spires est plus petit afin de compenser les pertes thermiques de conduction par un effet de four. La densité du 15 rayonnement  $\delta$  émis par une telle cathode chauffée est plus large que la densité émise par un filament doté de cales à ses extrémités, tout en étant beaucoup plus homogène que celle émise par un filament à pas constant. Une application directe d'une telle cathode selon 20 l'invention concerne un tube bifocal, pour lequel la cathode est réalisée à partir de trois filaments alignés. Selon l'art antérieur représenté sur la figure 3, les trois filaments 9, 10 et 11 de la cathode, chacun bobiné avec un pas constant, sont alimentés de la 25 façon suivante : pour créer un petit foyer de rayonnement X, seul le filament central 10 est chauffé et pour créer un grand foyer sur l'anode les trois filaments 9, 10 et 11 sont chauffés simultanément. On observe que la densité  $\delta$  de rayonnement émis par les 30 trois filaments n'est pas constante sur toute la longueur de la cathode et présente deux creux 14 et 13 correspondant aux extrémités des filaments qui, restant froides, émettent peu d'électrons. S'il est possible de disposer deux cales 15 et 16 de part et d'autre des

extrémités 9<sub>1</sub> et 11<sub>1</sub> des deux filaments 9 et 11 entourant le filament central 10, il est impossible d'en placer devant les extrémités 10<sub>1</sub> et 10<sub>2</sub> du filament central 10 car cela aurait un effet de masque qui détruirait l'homogénéité du grand foyer.

5 L'invention résout ce problème en proposant une cathode à trois filaments 17, 18 et 19 alignés, dont le filament central 18 présente des spires à pas variable, plus petit aux extrémités 18<sub>1</sub> et 18<sub>2</sub> qu'au centre comme le 10 montrent les figures 4a et 4b. Comme précédemment, on peut placer des cales 20 et 21 aux deux extrémités 17<sub>1</sub> et 19<sub>1</sub> de la cathode, ou bien on peut resserrer les spires aux extrémités des filaments 17 et 19. On 15 constate que la densité de rayonnement  $\delta$  émis est beaucoup plus homogène, sans valeurs très faibles au niveau des extrémités 18<sub>1</sub> et 18<sub>2</sub> du filament central 18. Une autre application très intéressante de l'invention concerne les tubes dont le foyer de rayonnement X est trapézoïdal, c'est-à-dire dont l'anode n'est pas 20 parallèle à la direction du filament de la cathode. La cathode peut être alors réalisée à partir d'un filament bobiné selon un pas variable, plus petit en face de la partie la plus large du foyer trapézoïdal pour laquelle l'anode a la plus grande vitesse linéaire. En augmentant 25 ainsi la densité des spires de ce côté du filament, on rend la charge thermique du foyer de l'anode plus homogène et la densité du rayonnement X constant.

## REVENDICATIONS

1. Emetteur électronique pour tube à rayons X constitué d'un filament en matériau à numéro atomique élevé, de section circulaire, logé dans une pièce métallique de concentration, caractérisé en ce que le filament (7) est bobiné en spires (8) selon un pas variable.  
5
2. Emetteur électronique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filament (7) est bobiné en spires (8) selon un pas plus petit aux deux extrémités (8<sub>1</sub> et 8<sub>2</sub>) que dans sa partie centrale.  
10
3. Emetteur électronique réalisé à partir de trois filaments (17, 18, 19) alignés, en matériau à numéro atomique élevé, de section circulaire, logés dans une 15 pièce métallique de concentration, caractérisé en ce que le filament central (18) est réalisé selon la revendication 2.
4. Emetteur électronique selon la revendication 3, caractérisé en ce que les deux filaments extrêmes (17 et 19) sont bobinés selon un pas variable, plus petit à leurs extrémités.  
20
5. Emetteur électronique pour tube à rayons X à foyer trapézoïdal de rayonnement X, caractérisé en ce que le filament est bobiné selon un pas variable selon la revendication 1, plus petit en face de la partie la plus large du foyer trapézoïdal de l'anode.  
25
- 30 6. Emetteur électronique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le ou les filaments bobinés sont en Tungstène.

FIG. 1 a

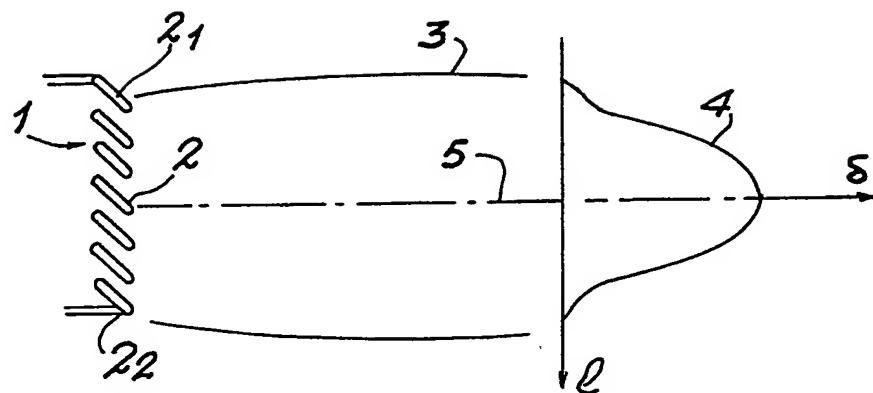


FIG. 1 b

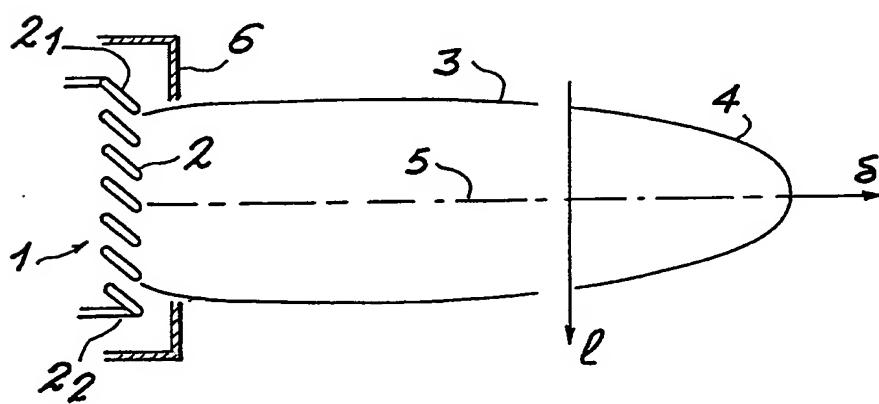
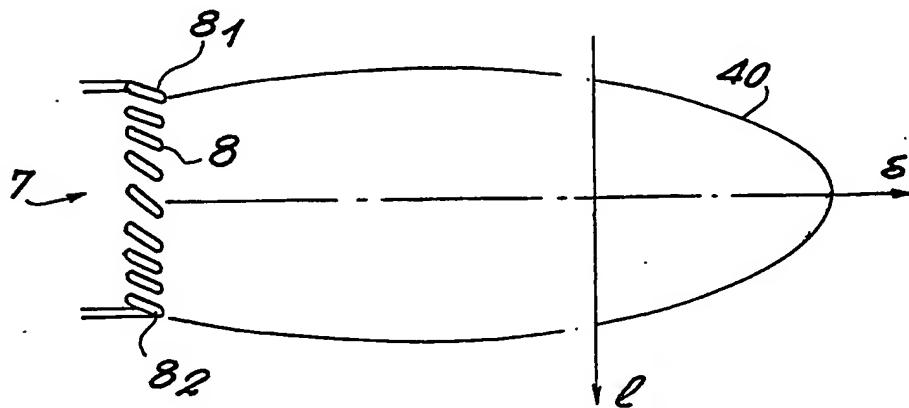


FIG. 2



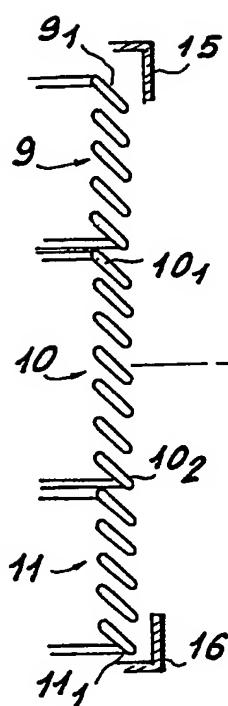


FIG. 3

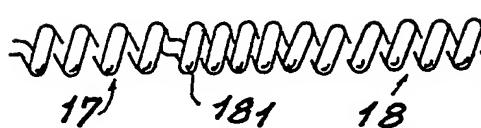
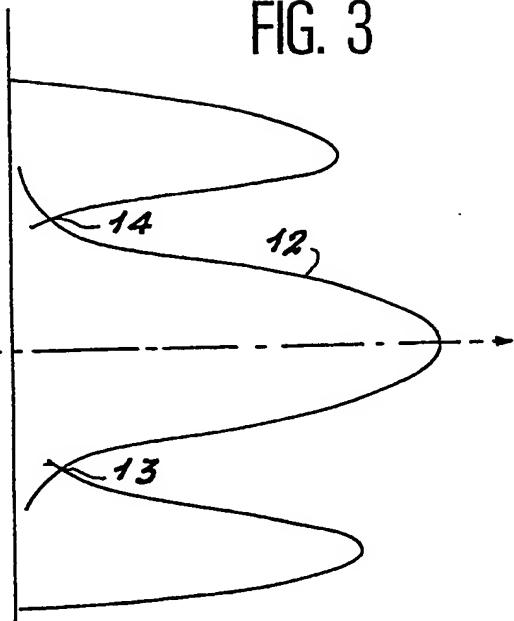


FIG. 4 a

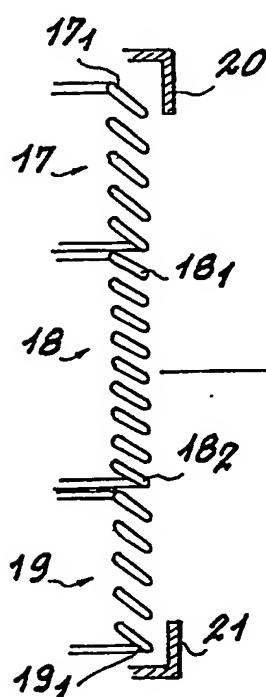
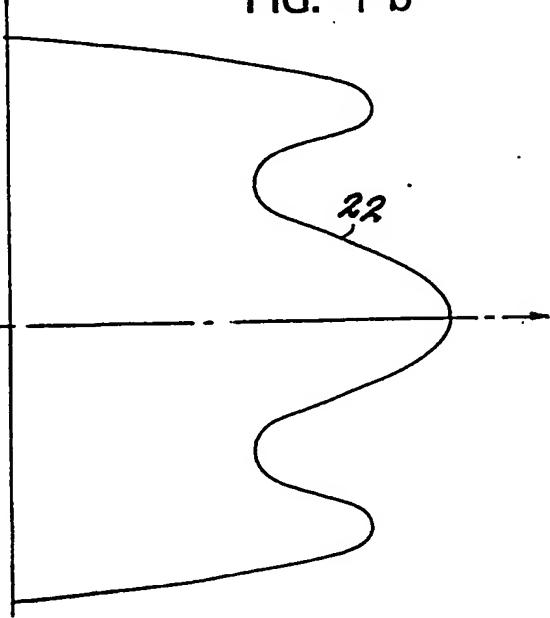


FIG. 4 b



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9214974  
FA 480206

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	1
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR-A-623 953 (SIEMENS) * page 2, colonne de gauche, ligne 20 - ligne 31 * * figure 3 * ---		
X	DE-C-605 531 (SIEMENS) * page 2, colonne de gauche, ligne 38 - colonne de droite, ligne 70 * * figures 4,5 * ---		
A	FR-A-2 675 629 (GENERAL ELECTRIC) * Abrégé * * figure 3 * -----	1-6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL5)
			H01J
1			
		Date d'achèvement de la recherche 27 AOUT 1993	Examinateur DAMAN M.A.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

PUB - NO: FR002699326A1

DOCUMENT - IDENTIFIER: FR 2699326 A1

TITLE: Bifocal cathode for X-ray tube e.g.  
in medical X-ray  
scanner - has central tungsten  
filament with other two  
whole structure filaments symmetrically placed, and  
situated in side metallic piece which  
foc

PUBN - DATE: June 17, 1994

INVENTOR - INFORMATION:

NAME	COUNTRY
CHRISTINE, GUERIN	N/A
PHILIPPE, BLIN	N/A
OLIVIER, COQUOZ	N/A

ASSIGNEE - INFORMATION:

NAME	COUNTRY
GEN ELECTRIC CGR	FR

APPL - NO: FR09214974

APPL - DATE: December 11, 1992

PRIORITY - DATA: FR09214974A ( December 11, 1992)

INT - CL (IPC): H01J035/06, H01J001/22

EUR - CL (EPC): H01J035/06

US - CL - CURRENT: 378/134

ABSTRACT:

The cathode includes a filament (7) made of wolfram and having a circular section. The filament has a number of turns with a variable thread with its extremities presenting a reduced thread to compensate for thermal losses. The cathode generates an X -ray beam which has a high density. The cathode filament is placed inside a metallic piece which focuses the beam generated. Two other filaments are placed symmetrically relative to the first filament. ADVANTAGE - Ensures good alignment of cathode and anode with uniform distribution of energy.

# Babel Fish Translation

[Help](#)**In English:**

ELECTRONIC SETTER Of a TUBE A X-RAYS the invention relates to the transmitter electronics-or cathode-of a tube with x-rays intended to function with two hearths of emission of the radiation. Such a tube will be used in a particularly interesting way, in radiology scanner for example. Currently, a tube with x-rays comprises primarily two electrodes, an anode and a cathode, locked up in a vacuum enclosure and fixed respectively at the two ends of this one.

Cathode must emit an electron beam which comes to bombard the anode. This anode generally made up of a graphite disc, is covered with a layer of material with raised atomic number, such as Tungsten, strongly emissive in x-rays. The X-ray emitting tube being under operation, the anode is carried to a potential strongly positive-some tens of kilovolt-by report/ratio to cathode, so that the electrons emitted by cathode are accelerated towards the anode by the electric field created between the two electrodes and strike the anode a small surface of impact, called hearth of X-radiation. As for cathode, it is carried out by a thermoelectric transmitter, such as a heated Tungsten filament. This filament of circular section, is generally wound according to a constant step then placed in a metal part, said concentration, playing the part of an electronic lens focusing the electron beam emitted on the hearth of the anode. In the particular application of the tubes to x-rays for the medical diagnosis, the quality of the image owes tre excellent, in particular with regard to the smoothness of analysis and contrast. However the smoothness of analysis is directly related to dimensions of the hearth of the anode; thus more the hearth will be small, approaching the ideal specific hearth, better will be the smoothness. Moreover, the contrast of the image depends on the energy distribution of the hearth, which owes tre homogeneous on all the surface of the hearth if one wants to obtain a very good contrast. In more of these problems of quality of image, certain applications of X-ray emitting tubes require a great quantity of X-radiation, during a time very runs on the smallest possible hearth, without however exceeding the thermal limits of the anode, under penalty of deterioration of the tube. In this case, it is necessary to find a compromise between

the size of the hearth and the power of the tube in order to obtain good images for one sufficiently short length of time. And this compromise depends on the radiological type of examination to practise, i.e. size of the body to be radiographed, volume of the patient, maximum duration acceptable for this examination, etc... Sometimes, with Mrs. apparatus of radiology, it can be desirable to radiograph the bodies quickly to be analyzed then to look further into the examination on certain more particular zones, which requires then a more precise image carried out more slowly. For this type of use, one uses a X-ray emitting tube with two hearths of X-radiation, different sizes. This small and this large centered hearths owe to in an identical way, with precision, so that alignment hearth-patient-receiver is preserved with the two hearths. These two hearths are obtained on the anode to leave the emission of two electronic beams resulting from two filaments constituting the anode, placed coast at coast. Currently, one observes a drift of the position of the hearths when the tube functions because, while heating, the various elements of the tube dilate and tend to vary the distance between cathode and the anode and this drift are precisely proportional to the distance from a filament compared to the axis of symmetry of the hearths. However the tolerances for a tube "bifocus" variant according to the provision of the X-ray emitting system and are particularly severe for the tubes scanners. The purpose of the present invention is to mitigate this disadvantage by proposing a cathode ensuring a very good centering of the two hearths of the anode as well as a homogeneous distribution of the energy of the hearths. To ensure this homogeneity of the density of the X-radiation, the invention has as an aim an electronic transmitter for tube with x-rays, made up of a material filament with high atomic number of circular section, placed in a metal part of concentration, characterized in that the filament is wound in whorls according to a variable step, smaller at the two ends than in its central part. According to another characteristic, the object of the invention is an electronic transmitter for tube with x-rays, made up of at least a material filament with atomic number raised, of circular section, wound according to whorls and placed in a metal part of concentration, characterized in that it comprises moreover two other filaments of Mrs. material placed on line, on both sides of the first filament, according to the symmetry plane, the central filament comprising of the whorls

more tightened at its ends than the central whorls. Other characteristics and advantages of the invention will appear in the following description of two particular examples of realization of a cathode according to the invention, illustrated by the annexed drawings in which: - the figures the et1b are diagrammatic representations of a filament of cathode, according to two modes of realization of former art, with their diagram of radiation; - figure 2 is a diagrammatic representation of a filament of cathode according to the invention, with its diagram of radiation; - figure 3 is a diagrammatic representation of a cathode for bifocal tube, according to former art, with its diagram of radiation. - figure 4 is a diagrammatic representation of a cathode for bifocal tube, according to the invention, with its diagram of radiation; The cathode of the figure it is consisted a filament 1 of Tungsten, for example, with circular section, wound according to whorls 2 with constant step. When the filament is heated, it emits a beam 3 of electrons, intended to bombard an anode placed opposite. The density of radiation S according to length 1 of the cathode represented on the right part of the drawing, has the shape of a bell 4, symmetrical compared to the axis of symmetry 5 of filament 1. That is due to the two whorls extremes 21 and 22 which are increasingly colder than the central whorls, therefore which emits a number of electrons lower than that emitted by the central whorls. Currently one cures this disadvantage while placing as the figure 1b shows it, of metal holds 6 in front of the spires 21 and 22 extremes, compared to the direction of emission of the electronic beam 3. The electrostatic field in the vicinity of holds 6 concentrates the electrons emitted by the spires extremes, which improves the homogeneity in length of the hearth of radiation. On the figure 1b, one notes that the density of radiation S is about constant over the entire length of the emissive filament, between the two holds. As that appears on figure 2, cathode according to the invention consists of a filament 7 with atomic number raised, like Tungsten, circular section, wound according to whorls 8 with variable step. At two ends 81 and 82, the step of the whorls is smaller in order to compensate for the thermal losses of conduction by an effect of furnace. The density of radiation 6 emitted by such a hot cathode is broader than the density emitted by a filament equipped with holds at its ends, while being much more homogeneous than that emitted by a

filament with constant step. A direct application of such a cathode according to the invention relates to a bifocal tube, for which cathode is carried out to start from three aligned filaments. According to the former art represented on figure 3, the three filaments 9,10 et11 of cathode, each one wound with a constant step, are fed in the following way: to create a small hearth of X-radiation, only the central filament 10 is heated and to create a large hearth on the anode three filaments 9,10 and 11 are heated simultaneously. It is observed that density 6 of radiation emitted by the three filamentsn' is not constant over the entire length of cathode and introduces two hollows 14 and 13 correspondent at the ends of the filaments which, remainder cold, emit few electrons. If it is possible to lay out two holds 15 and 16 on both sides of the extrémités91 et111 of two filaments 9 and 11 surrounding the central filament 10, it is impossible'd to place some in front of the extrémités101 and 102 of the central filament 10 bus that would have an effect of mask which would destroy the homogeneity of the large hearth. The invention solves this problem by proposing a cathode with three filaments 17,18 and 19 aligned, of which the central filament 18 present of the whorls at variable, smaller step to the extrémités181 and 182 that in the center as the figures 4a and 4b. Like previously show it, one can place holds 20 and 21 to both extrémités171 et191 of cathode, or one can tighten the whorls at the ends of filaments 17 and 19. One notes that the density of radiation S emitted is much more homogeneous, without very low values on the level from the extrémités181 and 182 of the central filament 18. An other very interesting application of the invention relates to the tubes whose hearth of X-radiation is trapezoidal, it be-with-statement whose anoden' is not parallel with the direction of the filament of cathode. Cathode peuttre then realized starting from a filament wound according to a variable step, smaller opposite the broadest part of the trapezoidal hearth for which the anode has highest linear velocity. While thus increasing the density of the whorls on this side of the filament, one makes the load thermal of the hearth of the more homogeneous anode and the density of the constant X-radiation.

CLAIMS 1. Electronic transmitter for tube with x-rays made up of a material filament with raised atomic number, of circular section, placed in a metal part of concentration, characterized in that the filament (7) is wound in whorls (8) according to a variable step. 2.

Electronic transmitter according to claim 1, characterized in that the filament (7) is wound in whorls (8) according to a smaller step to both extrémités(81 et82) than in its central part. 3.

Electronic transmitter produced from three filaments (17,18,19) aligned, out of material with raised, of circular section, placed in a metal part of concentration, characterized atomic number in that the central filament (18) is carried out according to claim 2. 4. Electronic transmitter according to claim 3, characterized in that both filamentsextrmes (17 and 19) are wound according to a variable step, smaller at their ends. 5. Electronic transmitter for tube has x-rays with trapezoidal hearth of X-radiation, characterized in that the filament is wound according to a variable step according to claim 1, smaller opposite the broadest part of the trapezoidal hearth of the anode. 6. Electronic transmitter according to one of claims 1 to 5, characterized in that the wound filaments are out of Tungsten.